

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

BEST AVAILABLE COPY



**Intyg
Certificate**

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.

(71) *Sökande* *Volvo Aero Corp, Trollhättan SE*
Applicant (s)

(21) *Patentansökningsnummer* *0201057-7*
Patent application number

(86) *Ingivningsdatum* *2002-04-05*
Date of filing

Stockholm, 2004-12-13

*För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office*

Hjördis Segerlund
Hjördis Segerlund

*Avgift
Fee* *170:-*

PATENTEN

SÄTTNINGEN

1

AVSTÅNDEN

**Anordning och förfarande för kontroll av ett svetsområde
samt inrättning och förfarande för styrning av en
svetsoperation**

UPPFINNINGENS OMRÅDE OCH TIDIGARE TEKNIK

Föreliggande uppfinning avser en anordning för kontroll
av ett svetsområde hos ett objekt i samband med
10 svetsning, vilken anordning innehåller medel för
avbildning av svetsområdet, åtminstone ett framför eller
hos avbildningsmedlet anordnat filter och medel för
belysning av svetsområdet med ultraviolet strålning.
Uppfinningen avser vidare ett förfarande för kontroll av
15 svetsområdet. Nämnda avbildningsmedel kan exempelvis
utgöras av en kamera och då speciellt av CCD-typ (Charge
Couple Device). En framtagen bild visas lämpligtvis på
en TV-monitor.

20 Föreliggande uppfinning avser dessutom en inrättning för
styrning av en svetsoperation innehållande medel för
svetsning, en kontrollanordning enligt ovan, medel för
behandling av en bild framtagen av avbildningsmedlet och
medel för styrning av en eller flera svetsparametrar
25 och/eller svetshuvudets position baserat på information
från bilden. Uppfinningen avser vidare ett förfarande
för styrning av svetsoperationen.

30 För att få en hög kvalitet på svetsen och reducerade
kostnader för ett svetsat föremål utnyttjar man idag en
automatiserad svetsning, där olika typer av sensorer
mäter svetsfogens läge framför svetsen, gap och
felpassning mellan delarna som skall svetsas ihop, eller
svetsfogens bredd som bas för att styra svetsprocessen.

2

Det är sedan tidigare känt att utnyttja miniatyrkameror, exempelvis en CCD-kamera, för att skapa en bild av svetsområdet. Vidare utnyttjas en dator med realtidsbildbehandlingsprogram som är ansluten till kameran.

5 Detta möjliggör automatisk mätning i bilden. Med hjälp av den uppmätta informationen styrs en svetsrobot, varvid svetsprocessen kan regleras on-line.

10 Ljuset från ljusbågen och svartkroppsstrålningen från smältan måste dämpas för att man skall kunna se eller detektera detaljer i smältan med kameran. Den bild som skapas av kameran blir annars ojämnt exponerad på grund av det starkt lysande området kring ljusbågen och smältan. Enligt tidigare kända system föreligger problem 15 med att åstadkomma en noggrann bild av svetsområdet med stor detaljinformation.

20 En tidigare känd sådan anordning för kontroll av svetsområdet beskrivs i patentansökan JP 11187111. Man utnyttjar här ett stroboskop som sänder ultravioletts 25 strålning för att belysa svetsområdet. Vidare är en kamera inrättad för att avbilda svetsområdet. Kamerans slutare är synkroniserad med stroboskopet.

25 SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Ett första syfte med uppfinningen är att åstadkomma en 30 anordning för kontroll av svetsområdet som skapar förutsättningar för att åstadkomma en bild av svetsområdet med en i förhållande till tidigare känd teknik större detaljinformation och/eller noggranhet.

Detta syfte uppnås genom att filtret utgörs av ett bandpassfilter som är inrättat för filtrering kring en våglängd inom det ultravioletta våglängdsområdet. En

3

sådan anordning kan exempelvis utnyttjas för att övervaka svetsprocessen och att studera smältan i detalj och eventuellt förekommande speciella fenomen i smältan, såsom cirkulationsströmning, fasövergång från smält till fast material, smältans geometriska form och upphöjning över materialet, förekomst av slaggbildning samt uppkomst av oxidation.

Enligt en föredragen utföringsform av upfinningen 10 ligger nämnda våglängd inom ett våglängdsintervall på 280-400 nm. Det har visat sig att mycket goda resultat kan uppnås med ett bandpassfilter för filtrering i detta övre ultravioletta våglängdsområde. Speciellt gott resultat har uppnåtts med ett bandpassfilter inrättat 15 för filtrering vid en våglängd av ungefär 320 nm.

Enligt en annan föredragen utföringsform av upfinningen är bandpassfiltret inrättat för smalbandsfiltrering. Bandpassfiltret är inrättat för filtrering inom ett 20 intervall som är mindre än 50 nm FWHM kring nämnda våglängd, och företrädesvis inom ett intervall som är ungefär 10 nm FWHM. Uttrycket FWHM är ett allmänt vedertaget mått på bandfilterbredd och avser "Full Width at Half Maximum".

Ett andra syfte med upfinningen är att åstadkomma en 25 inrättning för styrning av en svetsoperation som skapar förutsättningar för ett svetsat föremål med en i förhållande till tidigare teknik högre svetskvalitet.

Detta syfte uppnås med en inrättning innefattande en 30 kontrollanordning som innefattar medel för avbildning av svetsområdet, åtminstone ett framför eller hos avbildningsmedlet anordnat filter och medel för

4

belysning av svetsområdet med ultraviolett strålning, varvid filtret utgörs av ett bandpassfilter som är inrättat för filtrering kring en våglängd inom det ultravioletta våglängdsområdet. Inrättningen innehåller 5 vidare medel för behandling av en bild framtagen av avbildningsmedlet och medel för styrning av en eller flera svetsparametrar och/eller positionen för svetsmedlets svetshuvud baserat på information från bilden.

10

Enligt en föredragens utföringsform är bildbehandlingsmedlet inrättat att mäta svetsbredden från bilden. Utifrån denna svetsbredd styrs därefter svetsparametrarna.

15

Ett tredje syfte med uppföringen är att åstadkomma ett förfarande för kontroll av svetsområdet som skapar förutsättningar för att åstadkomma en bild av svetsområdet med en i förhållande till tidigare känd teknik större detaljinformation och/eller noggrannhet. 20

Detta syfte uppnås genom att svetsområdet belyses med ultraviolett strålning, varvid svetsområdet avbildas, varvid strålningen från svetsområdet i en riktning mot ett medel för nämnda avbildning filtreras och varvid filtrering utförs med ett bandpassfilter kring en våglängd inom det ultravioletta våglängdsområdet. 25

Ett fjärde syfte med uppföringen är att åstadkomma ett förfarande för styrning av en svetsoperation som skapar förutsättningar för ett svetsat föremål med en i förhållande till tidigare teknik högre svetskvalitet. 30

5

Detta syfte uppnås genom att svetsområdet belyses med ultraviolett strålning, varvid svetsområdet avbildas, varvid strålningen från svetsområdet i en riktning mot ett medel för nämnda avbildning filtreras, varvid 5 filtrering utförs med ett bandpassfilter kring en våglängd inom det ultravioletta våglängdsområdet och varvid en bild framtagen av avbildningsmedlet behandlas och en eller flera svetsparametrar och/eller positionen för ett svetshuvud styrs baserat på information från 10 bilden.

Ytterligare föredragna utföringsformer av och fördelar med uppfinningen framgår av övriga krav och den följande beskrivningen.

15

KORT BESKRIVNING AV FIGURER

Uppfinningen skall beskrivas närmare i det följande, med hänvisning till den utföringsform som visas på de bifogade ritningarna, varvid

20 FIG 1 visar schematiskt en inrättning för styrning av en svetsoperation, och

FIG 2 visar en förstorad bild av den inbördes placeringen av svetshuvud, kamera och strålkälla i figur 1.

25

DETALJERAD BESKRIVNING AV EN FÖREDRAGEN UTFÖRINGSFORM

I Fig 1 och 2 visas en inrättning 1 för styrning av en svetsoperation. Styrningsinrättningen 1 innehåller en anordning 2 för kontroll av ett svetsområde hos ett 30 objekt 14, vilken anordning i sin tur innehåller medel 3 för avbildning av svetsområdet, vilket utgörs av en kamera, ett bandpassfilter 4 anordnat framför en lins 15 hos kameran, och medel 5 för belysning av svetsområdet med ultraviolett strålning.

Filtret 4 är inrättat för bortskiljning av specifika våglängder härrörande från strålning och utstrålat ljus från svetsområdet och utgörs av ett smalbandigt 5 interferensfilter för filtrering av specifika våglängder inom det ultravioletta området. Man belyser alltså svetsområdet med ultraviolet strålning samtidigt som kameran endast registrerar strålning inom ett smalbandigt ultraviolet område.

10

Belysningsmedlet 5 innehåller en UV-strålningsskälla 12 och en till denna ansluten optisk ljusledare, såsom en fiberledare 13, som är inrättad för belysningen av svetsområdet.

15

Kontrollanordningen innehåller vidare medel 6 för visning av en av kameran framtagen bild av svetsområdet, vilket utgörs av en TV-monitor eller dataskärm. Med hjälp av TV-monitorn kan en detaljerad visualisering av svetsförfloppet uppnås. Kameran 3 är alltså ansluten till TV-monitorn 6.

Kameran 6 utgörs lämpligtvis av en miniatyrkamera, såsom en CCD- eller CMOS-kamera ("Charge Metal Oxide 25 Conductor"). Styrningsinrättningen 1 innehåller vidare medel 7 för svetsning, vilket utgörs av en svetsrobot innehållande ett svetshuvud 11, se figur 2.

Styrningsinrättningen 1 innehåller vidare medel 9 för 30 behandling av en bild framtagen av kameran 3, vilket innehåller en centralenhets (CPU), eller dator. Styrningsinrättningen 1 innehåller vidare medel 10 för styrning av en eller flera svetsparametrar och/eller svetshuvudets 11 position baserat på information

CONTINUATION 5

7

framtagen från bilden. Centralenheten 9 är alltså ansluten till kameran 3 och till svetsrobotens 8 styrmmedel 10.

5 Centralenheten 9 innehåller mjukvara för bildbehandling och närmare bestämt för mätning av svetsens bredd direkt från bilden. Detta benämns vanligtvis för ett realtidsbildbehandlingssystem. Exempelvis används en kantdetekteringsalgoritm eller någon annan typ av bildbehandlingsalgoritm som utnyttjar kontrastskillnader för mätning av svetsbredden. Materialegenskaperna och den under svetsningen på materialet uppkomna oxidationen inverkar i detta fall gynnsamt till att skapa kontrastskillnader i bilden. Detta är särskilt uttalat
10 vid svetsning av rostfritt stål, såsom 316L.

Datorn 9 jämför närmare bestämt den uppmätta svetsbredden (W_i) med ett referensvärde på nominell svetsbredd (W_r) och beräknar en avvikelse (e) som en differens mellan den uppmätta svetsbredden och nämnda referensvärde ($e = W_r - W_i$). Värdet för avvikelsen sänds därefter till svetsrobotens 8 styrmedel 10. Baserat på uppmätt svetsbredd, eller närmare bestämt nämnda beräknade avvikelse (e), styrs därefter specifika svetsparametrar, såsom svetsström och/eller avstånd mellan svetshuvudet 11 och det för svetsning avsedda objektet 14 etc. Man kan alltså ändra svetshuvudets 11 fysiska läge i förhållande till svetsområdet/svetsen/-objektet baserat på nämnda mätning. Med andra ord mäts svetsbredden on-line och svetspenetrationen styrs direkt baserat på uppmätt svetsbredd.

Den föreliggande uppfinningen är framför allt inriktad mot kontroll och styrning av ljusbågesvetensning,

specifikt TIG ("Tungsten-Inert-Gas"), vilket även benämns GTAW ("Gas-Tungsten-Arc-Welding"), men kan även utnyttjas för andra svetsmetoder där energitillförseln sker på annat sätt eller i ett annat spektralområde, till exempel vid lasersvetsning med infraröd strålning. Uppfinningen kan tillämpas vid svetsning på olika material, exempelvis rostfritt stål, Inconel 718 och Greek-Ascoloy, men är inte på något sätt begränsad till dessa material.

10 Genom att tillföra ultraviolett strålning i kombination
med smalbandig filtrering kan man få en homogen
exponering av bilden med en i förhållande till tidigare
teknik förbättrad bildkvalitet. En ytterligare effekt av
15 kombinationen av ultraviolett belysning och samtidig
filtrering är att den största delen av den ultravioletta
strålningen från ljusbågen och smältan filtreras bort,
vilket skapar förutsättningar för att titta rakt in i
smältan vid svetselektroden utan att strålningen från
20 smältan bottnar kameran. Detta möjliggör mätning av
smältans geometriska utsträckning, och alltså av
svetsbredden. En ytterligare effekt av bestrålningen med
ultraviolett ljus är att kontrasten och detaljriksdomen
25 i hos bilden av smältan och stelningsområdet förstärks
betydligt.

Kameran 3 utgörs här av en CCD-kamera med spektral känslighet för våglängder >280 nm. Kameran har inbyggd automatisk förstärkningskontroll (AGC) och det 30 smalbandiga interferensfiltret 4 är anordnat framför mottagarlinsen 15. Som ett alternativ är filtret anordnat mellan linsen och kameradetektorn. Som ett ytterligare alternativ, eller komplement så innehåller kameran en apertur (iris) som ger lämplig exponering.

9

Kameran 3 är monterad på svetshuvudet 7 och tittar in mot svetssmältan bakifrån och uppifrån under en lämplig vinkel mot svetshuvudet, lämpligtvis $20-40^\circ$. Uppfinningen är emellertid inte på något sätt begränsad till detta utan kameran kan exempelvis vara anordnad att titta in i svetssmältan framifrån.

UV-strålningsskållan 12 är inrättad för utsändning av strålning i området 280-400 nm och speciellt i området 320-400 nm. UV-strålningsskållan 12 utgörs här av en kvicksilverlampa. Strålningsskållan 12 är vidare inrättad så att UV-ljuset väl fyller ut kamerans betraktningsfält.

15 Det har visat sig att mycket goda resultat uppnåtts med
filtrering i den nedre delen av spektralområdet, dvs vid
våglängder som är mindre än 350 nm. I detta område
reduceras inverkan av ett av ljusbågen och smältn
alstrat starkt lysande område i bilden. Speciellt goda
resultat har uppnåtts vid våglängder som är mindre än
330 nm. Filtreringen utförs företrädesvis vid våglängder
som är större än eller ungefär 300 nm. En föredragen
våglängd för nämnda filtrering ligger inom 300-320 nm.

25 Bandpassfiltret är vidare inrättat för smalbandsfiltrering och närmare bestämt inom ett intervall som är mindre än 50 nm FWHM kring nämnda våglängd. Bandpassfiltret är företrädesvis inrättat för filtrering inom ett intervall som är mindre än 30 nm FWHM kring nämnda våglängd. Bandpassfiltret är speciellt inrättat för filtrering inom ett intervall som är mindre än 20 nm FWHM och i synnerhet inom ett intervall som är ungefär 10 nm FWHM, men filtrering inom ett mindre intervall är också möjligt, såsom 5 nm FWHM.

Ett flertal olika kombinationer av våglängd och bandpass är alltså möjliga. Enligt ett första exempel utnyttjas ett bandpassfilter med våglängden 320 nm och 10 nm FWHM.

- 5 Enligt ett andra exempel utnyttjas ett bandpassfilter med våglängden 320 nm och 5 nm FWHM. Enligt ett tredje exempel utnyttjas ett bandpassfilter med våglängden 300 nm och 10 nm FWHM.
- 10 Filtret 4 är vidare inrättat för filtrering inom ett visst våglängdsband som är anpassat efter det våglängdsområde som belysningsmedlet är inrättat att belysa med. Omvänt så skulle man kunna kompensera med den tillförda strålningen för ett specifikt valt filter.
- 15 Man kan därför tänka sig ett flertal olika kombinationer av våglängdsområden för utstrålat ljus och filter.

Central enheten 9 innehåller ett minne, som i sin tur innehåller ett datorprogram med dataprogramsegment, eller en programkod, för att utföra mätningarna och då programmet körs. Detta datorprogram kan överföras till central enheten 9 på olika sätt via en forplantningssignal, exempelvis via nedladdning från en annan dator, via tråd och/eller trådlöst, eller genom montering i en minneskrets. Speciellt kan forplantningssignalen överföras via internet.

Uppfinningen avser vidare en datorprogramprodukt innehållande dataprogramsegment lagrade på ett datorläsbart medel för att utföra mätningarna när programmet körs. Detta datorläsbara medel kan exempelvis utgöras av en diskett.

11

UV-strålningsskällan är inrättad att ge en kontinuerlig belysning.

Uppfinningen skall inte anses vara begränsad till det
5 ovan beskrivna utföringsexemplet, utan en rad ytterligare varianter och modifikationer är tänkbara inom ramen för efterföljande patentkrav.

Nämnda medel 9 för behandling av en bild framtagen av
10 kameran 3 och nämnda medel 10 för styrning av en eller flera svetsparametrar skulle kunna utgöras av en och samma enhet, såsom en dator.

Som en alternativ UV-strålningsskälla skulle
15 laserstrålning, eller annan typ av potentiell UV-strålare, kunna utnyttjas för strålningen.

Svetsmedlet 7 behöver inte nödvändigtvis innehafta en
20 svetsrobot, utan enligt ett alternativ utnyttjas ett traditionellt svetsaggregat utan självstyrande funktion.

Den ovan beskrivna tekniken skulle också kunna användas som ett eget system för fogföljning, eller i kombination med det här föreslagna systemet för
25 styrning av svetspenetration. Kameran för fogföljning skulle i denna tillämpning exempelvis sitta monterad framför svetshuvudet och titta in mot svetsområdet, varvid man i en och samma bild skulle kunna detektera fogen och smältan. Genom att mäta fogens läge i sidled
30 i bilden och jämföra denna med smältans läge skulle man i realtid med ett bildbehandlingssystem kunna styra svetsen så att denna följer fogen. Metoden skulle också kunna användas för att mäta upp gapet mellan plåtarna som skall svetsas i omedelbar närrhet till smältan.

12

PATENTKRAV

1. Anordning (2) för kontroll av ett svetsområde hos ett
5 objekt (14) i samband med svetsning, vilken anordning
innefattar medel (3) för avbildning av svetsområdet,
åtminstone ett framför eller hos avbildningsmedlet (3)
anordnat filter (4) och medel (5) för belysning av
svetsområdet med ultraviolet strålning
10 kännetecknad av,
att filtret (4) utgörs av ett bandpassfilter som är
inrättat för filtrering kring en våglängd inom det
ultravioletta våglängdsområdet.
- 15 2. Anordning enligt kravet 1,
kännetecknad av,
att nämnda våglängd ligger inom ett våglängdsintervall
på 280-400 nm.
- 20 3. Anordning enligt krav 1 eller 2,
kännetecknad av,
att nämnda våglängd är mindre än 350 nm.
- 25 4. Anordning enligt krav 1 eller 2,
kännetecknad av,
att nämnda våglängd är mindre än 330 nm.
- 30 5. Anordning enligt något av de föregående kraven,
kännetecknad av,
att nämnda våglängd är större än 290 nm.
6. Anordning enligt kravet 1,
kännetecknad av,
att nämnda våglängd är ungefär 320 nm.

7. Anordning enligt något av de föregående kraven,
kännetecknad av,
att bandpassfiltret (4) är inrättat för filtrering inom
5 ett intervall som är mindre än 50 nm FWHM kring nämnda
våglängd.

8. Anordning enligt något av kraven 1-6,
kännetecknad av,
10 att bandpassfiltret (4) är inrättat för filtrering inom
ett intervall som är mindre än 30 nm FWHM kring nämnda
våglängd.

9. Anordning enligt något av kraven 1-6,
15 kännetecknad av,
att bandpassfiltret (4) är inrättat för filtrering inom
ett intervall som är mindre än 20 nm FWHM.

10. Anordning enligt något av kraven 1-6,
20 kännetecknad av,
att bandpassfiltret (4) är inrättat för filtrering inom
ett intervall som är ungefär 10 nm FWHM.

11. Anordning enligt något av de föregående kraven,
25 kännetecknad av,
att avbildningsmedlet (3) innehåller en kamera.

12. Inrättning (1) för styrning av en svetsoperation
innehållande medel (7,8,11) för svetsning, en
30 kontrollanordning (2) enligt något av de ovanstående
kraven, medel (9) för behandling av en bild framtagen av
avbildningsmedlet (3) och medel (10) för styrning av en
eller flera svetsparametrar och/eller positionen för

14

svetsmedlets (7) svetshuvud (11) baserat på information från bilden.

13. Inrättning enligt krav 12,

5 kännetecknade av,
att bildbehandlingsmedlet (9) är inrättat att mäta svetsbredden från bilden.

14. Förfarande för kontroll av ett svetsområde hos ett
10 objekt (14) i samband med svetsning, varvid svetsområdet belyses med ultraviolet strålning, varvid svetsområdet avbildas, och varvid strålningen från svetsområdet i en riktning mot ett medel (3) för nämnda avbildning filtreras

15 kännetecknade av,
att filtrering utförs med ett bandpassfilter (4) kring en våglängd inom det ultravioletta våglängdsområdet.

15. Förfarande enligt krav 14,
20 kännetecknade av,
att nämnda våglängd ligger inom ett våglängdsintervall på 280-400 nm.

16. Förfarande enligt krav 14 eller 15,
25 kännetecknade av,
att nämnda våglängd är mindre än 350 nm.

17. Förfarande enligt krav 14 eller 15,
kännetecknade av,
30 att nämnda våglängd är mindre än 330 nm.

18. Förfarande enligt något av kraven 14-17,
kännetecknade av,
att nämnda våglängd är större än 290 nm.

19. Förfarande enligt krav 14,
kännetecknat av,
att nämnda våglängd är ungefär 320 nm.

5

20. Förfarande enligt något av kraven 14-19,
kännetecknat av,
att bandpassfiltret (4) är inrättat för filtrering inom
ett intervall som är mindre än 50 nm FWHM kring nämnda
10 våglängd.

21. Förfarande enligt något av kraven 14-19,
kännetecknat av,
att bandpassfiltret (4) är inrättat för filtrering inom
15 ett intervall som är mindre än 30 nm FWHM kring nämnda
våglängd.

22. Förfarande enligt något av kraven 14-19,
kännetecknat av,
20 att bandpassfiltret (4) är inrättat för filtrering inom
ett intervall som är mindre än 20 nm FWHM kring nämnda
våglängd.

23. Förfarande enligt något av kraven 14-19,
25 kännetecknat av,
att bandpassfiltret (4) är inrättat för filtrering inom
ett intervall som är ungefär 10 nm FWHM.

24. Förfarande för styrning av en svetsoperation
30 innehållande stegen enligt något av kraven 14-23, varvid
en bild framtagen av avbildningsmedlet (3) behandlas och
en eller flera svetsparametrar och/eller positionen för
ett svetshuvud (11) styrs baserat på information från
bilden.

25. Förfarande enligt krav 24,
kännetecknadt av,
att bredden på den avbildade svetsfogen mäts och nämnda
5 svetsparametrer och/eller svetshuvudets (11) position
styrts baserat på uppmätt svetsbredd.

26. Förfarande enligt krav 25,
kännetecknadt av,
10 att den uppmätta svetsbredden jämförs med ett eller
flera referensvärden och vid en detekterad avvikelse
från ett godkänt intervall så regleras nämnda
svetsparametrer och/eller svetshuvudets (11) position.

15 27. Datorprogram innehållande dataprogramsegment för att
utföra förfarandet enligt något av kraven 14-26 när
programmet körs på en dator.

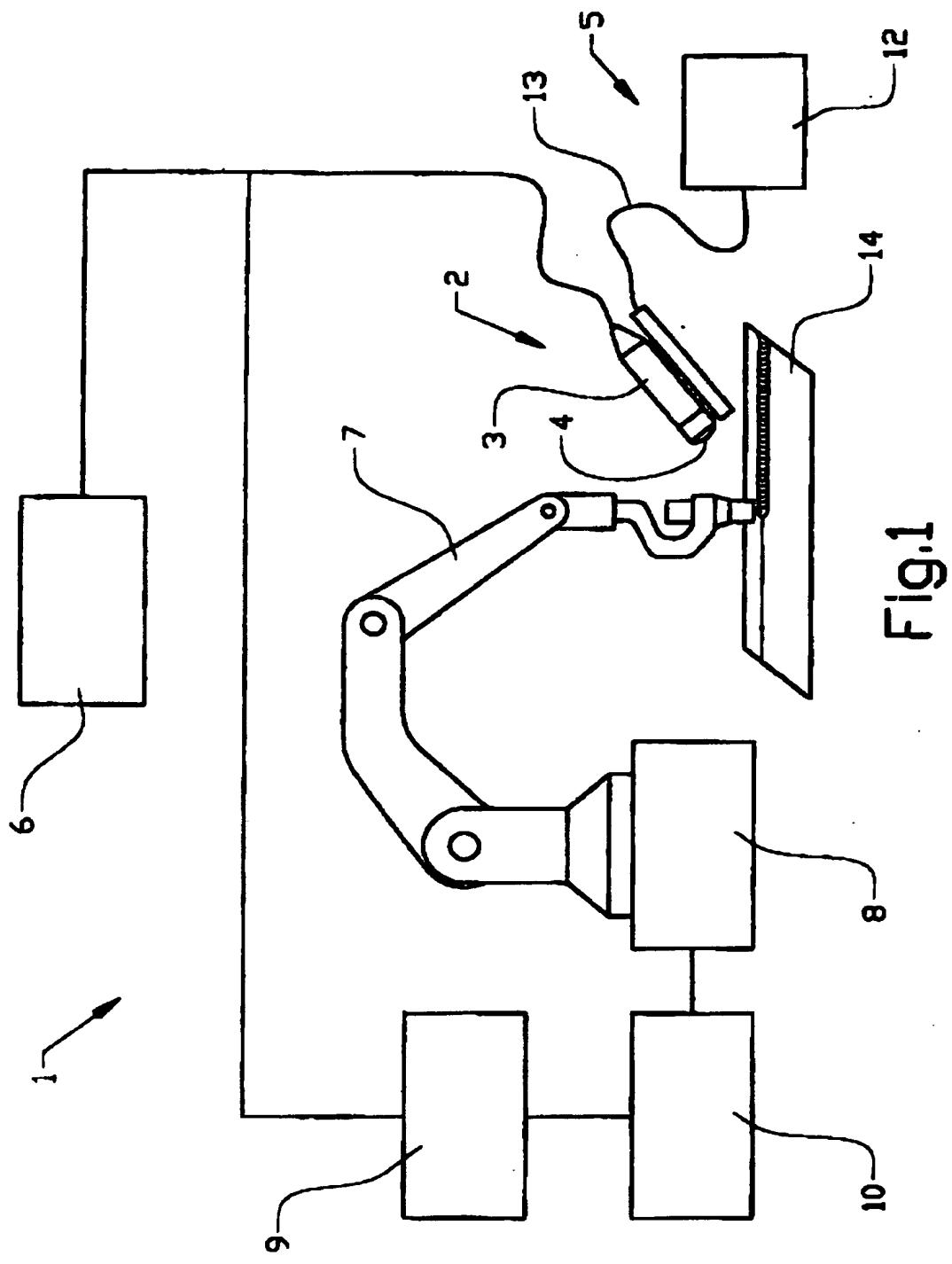
20 28. Datorprogramprodukt innehållande dataprogramsegment
lagrade på ett datorläsbart medel för att utföra
förfarandet enligt något av kraven 14-26 när programmet
körs på en dator.

SAMMANDRAG

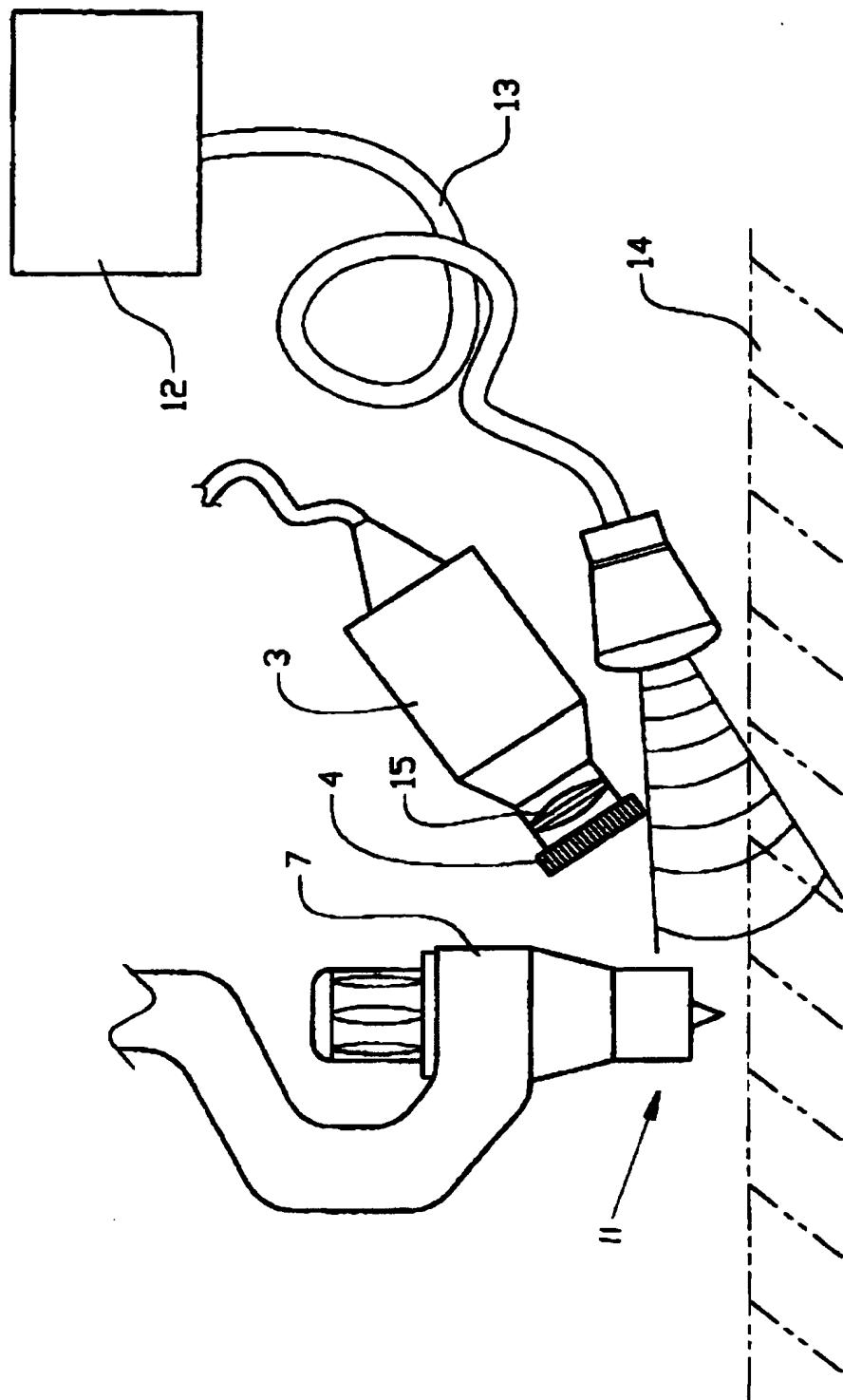
Uppfinningen avser en anordning (2) för kontroll av ett svetsområde hos ett objekt (14) i samband med svetsning, vilken anordning innehåller medel (3) för avbildning av svetsområdet, åtminstone ett framför eller hos avbildningsmedlet (3) anordnat filter (4) och medel (5) för belysning av svetsområdet med ultraviolet strålning. Filtrat (4) utgörs av ett bandpassfilter som är inrättat för filtrering kring en våglängd inom det ultravioletta våglängdsområdet.

(Fig. 1)

1/2



2/2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.